MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO A ANÁLISE AMBIENTAL - VILA AUGUSTA/ VIAMÃO / RS

Moisés Ortemar REHBEIN [1]
Nina Simone Vilaverde Moura FUJIMOTO [2]

RESUMO

A Vila Augusta está inserida em um dos mais importantes centros urbanos do território brasileiro, a Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA, mais especificamente no município de Viamão. A Vila Augusta é dividida em três loteamentos (Augusta Marina, Augusta Fiel e Augusta Meneguini) e se insere na bacia hidrográfica do arroio Feijó, numa área de confluência de quatro canais fluviais que drenam, a montante da Vila, importantes centros urbanos de Viamão. Comumente a Vila Augusta é afetada por inundações, as quais promovem perdas materiais, danos à saúde pública e riscos à vida da população. Este trabalho objetiva contribuir a um projeto de análise ambiental para a Vila Augusta, fundamentado nas relações entre processos (regionais e locais) físicos e de ocupação e uso do solo. A contribuição dá-se através do mapeamento e análise geomorfológica da Vila Augusta e entorno. Para analisar o quadro geomorfológico da área de estudos e entorno, assim como sua gênese e dinâmica, com base na compartimentação e estruturação da paisagem local (AB'SABER, 1969), utiliza-se da proposta taxonômica de Ross (1992). Com táxons ou categorias de formas de relevos definidos, pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica, tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos (ROSS, 1994). Avaliou-se da Unidade Morfoestrutural às Formas de Processos Atuais (ROSS, 1992) verificadas na área de estudos. O mapeamento geomorfológico da Vila Augusta, considerando-se a escala adotada de trabalho, contempla graficamente o 4° Táxon (representado pelas formas de relevo agradacionais – planícies fluviais - e denudacionais – colinas) e o 5° Táxon (representado por segmentos das colinas – topos planos/convexos, vertentes côncavas, convexas e retilíneas), assim como, uma leitura morfogenética e morfodinâmica das formas e segmentos do relevo. A fim de subsidiar o mapeamento e análises geomorfológicas foram gerados mapas morfométricos (hipsométrico e de declividades) da área de estudos e entorno. O mapeamento geomorfológico utilizou-se de fotointerpretação (1:8000) preliminar, sobreposição a cartas topográficas (1:10.000), reconhecimento de campo e fotointerpretação definitiva. Os mapeamentos geológicos (MENEGAT, 1998) e pedológicos (JUNGBLUT,1994), pré-existentes, também subsidiaram a identificação e delimitação das formas de relevo, assim como, as morfodinâmicas. Por sua vez, as morfodinâmicas estão intimamente relacionadas à interação dos condicionantes climáticos, as feições geomorfológicas e suas características (comprimentos de rampa, altitudes, declividades, geometrias, pedologia) e ao processo de ocupação e uso do solo, localmente e regionalmente. As modificações do relevo a partir das intervenções antrópicas, as quais encontram-se na área de estudos em estágios significativamente adiantados, alteram o padrão hídrico de escoamento e promovem a intensificação, a indução, à criação ou modificação de processos morfodinâmicos. Em suma, observa-se que os estudos geomorfológicos necessitam dos conhecimentos que fundamentam a análise ambiental, neste caso, conhecimentos da geologia, pedologia, climatologia, hidrologia e de ocupação e uso do solo, assim como, oferecem elementos para uma análise mais aprofundada desses próprios conhecimentos, pois os mapeamentos e análises das formas, gêneses e dinâmicas do relevo subsidiam a avaliação da fragilidade

1 Aluno do Programa de Pós-Graduação em Geografia e bolsista do CNPq na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, moisesgeo@terra.com.br
2 Professora Doutora do Departamento de Geociências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 00010084@ufrgs.br

dos ambientes e do potencial de uso da terra, contribuindo na estruturação da análise ambiental urbana.

INTRODUÇÃO

A Vila Augusta é dividida em três loteamentos (Augusta Marina, Augusta Fiel e Augusta Meneguini) e, do ponto de vista politico-territorial, esta inserida em um dos mais importantes centros urbanos do território brasileiro, a Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA, mais especificamente no município de Viamão; assim como, do ponto de vista fisico, inserida na bacia hidrográfica do arroio Feijó, numa área de confluência de quatro canais fluviais que drenam, a montante da Vila, importantes centros urbanos de Viamão.

O processo de ocupação na bacia hidrográfica do arroio Feijó é característico das periferias metropolitanas latino-americanas. Trata-se de extensas áreas predominantemente residenciais que abrigam uma população de baixa renda, organizada, em muitos casos, de forma espontânea, ou seja, sem a preocupação com o espaço público hierarquizado, sem reservas de áreas para equipamentos e serviços urbanos, sem considerar as relações de cada novo loteamento com o conjunto da cidade que está sendo gerada e alterada e sem considerar as restrições ambientais.

No processo de ocupação urbana, na bacia hidrográfica do arroio Feijó, as áreas de várzeas, margens dos cursos d'água, encostas íngremes, topos de morro e áreas de mata nativa, são subdivididas e habitadas por grupos excluídos dos segmentos formais do mercado habitacional.

Neste contexto a Vila Augusta, unidade territorial de pesquisa deste trabalho, é comumente afetada por inundações, as quais promovem perdas materiais, danos à saúde pública e riscos à vida da população. Este trabalho objetiva contribuir a um projeto de análise ambiental para a Vila Augusta, fundamentado nas relações entre processos (regionais e locais) físicos e de ocupação e uso do solo. A contribuição dá-se através de mapeamento e análise geomorfológica da Vila Augusta e entorno.

Baseado em mapeamento geomorfológico, que identifica padrões de formas semelhantes do relevo e unidades de vertentes, analisa-se morfogêneses e morfodinâmicas na área de estudos e entorno. Condicionantes geológicos, pedológicos, climatolóligos, hidrológicos e de uso e ocupação do solo, locais e regionais, interam esta pesquisa.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Para analisar o quadro geomorfológico da área de estudos e entorno, assim como sua gênese e dinâmica, com base na compartimentação e estruturação da paisagem local (AB'SABER, 1969), utiliza-se da proposta taxonômica de Ross (1992). Com táxons ou categorias de formas de relevos definidos, pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica, tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos (ROSS, 1994).

Avalia-se da Unidade Morfoestrutural às Formas de Processos Atuais (ROSS, 1992) verificadas na área de estudos. O mapeamento geomorfológico da Vila Augusta, considerando-se a escala adotada de trabalho, contempla graficamente o 4° Táxon (representado pelas formas de relevo agradacionais – planícies fluviais - e denudacionais – colinas) e o 5° Táxon (representado por segmentos das colinas – topos planos/convexos, vertentes côncavas, convexas e retilíneas), assim como, uma leitura morfogenética e morfodinâmica das formas e segmentos do relevo.

O mapeamento e análise geomorfológica resultam de trabalhos em gabinete e a campo. As atividades de gabinete compreendem levantamento bibliográfico sobre estudos realizados

na área da Vila Augusta e entorno, destacando-se os estudos geológicos, pedológicos, hidrológicos e de usos da terra; assim como, levantamento de documentação cartográfica básica, destacando-se a aquisição de fotografias aéreas e de cartas topográficas e a produção de novos documentos cartográficos.

Utilizam-se como documentos cartográficos básicos: cartas topográficas em escala 1:10.000, Folhas: Porto Alegre D/Arq. 2987.2.D e I/Arq. 2987.2.I, elaboradas pela Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN) em 1972; plantas dos loteamentos da Vila Augusta, em escala 1:2.000, elaboradas pela Secretaria de Obras de Viamão e registros fotográficos aéreos da Fundação Metropolitana de Porto Alegre (METROPLAN) nas escalas de 1:20.000 e 1:8.000 , respectivamente, dos anos de 1966 e 1972/91.

Com a aquisição desses materiais, utilizando-se dos *softwares* AUTOCAD-MAP, IDRISI 32, SURFER e COREW DRAW 9.0, produzem-se outros documentos: base cartográfica digital, mapas morfométricos (hipsométrico e declividades) e, a partir de fotointerpretação, o mapa de elementos do relevo.

O produto da fotointerpretação, o mapa de elementos do relevo, constitui-se em um conjunto de estereogramas (um para cada estereopar) que representam os aspectos morfológicos da área interpretada. Esses estereogramas foram georreferenciados, utilizando-se de pontos identificáveis nas aerofotos e na base cartográfica, observando-se número de pontos suficientes à obtenção de erro média compatível a escala de 1:8.000. Após o georreferenciamento, digitalizou-se e se integrou os estereogramas a um sistema de informações geográficas.

Na seqüência, parte-se a execução dos trabalhos de campo. Estes, possuem como objetivos principais: checar e corrigir as informações do mapa de elementos do relevo; identificar e analisar morfodinâmicas nos padrões de formas semelhantes do relevo e unidades de vertentes de morfogêneses distintas; fotografar as principais feições do relevo e analisar visualmente e tátilmente o material de cobertura superficial. Subsidiam os trabalhos de campo informações hipsométricas, de declividades, mapeamentos geológicos (MENEGAT, 1998) e pedológicos (JUNGBLUT,1994) da área de estudos, assim como, a percepção dos moradores ou trabalhadores locais sobre as dinâmicas geomorfológicas.

Utilizando-se dos trabalhos em gabinete e a campo, cruzando-se estas informações, realiza-se o mapeamento e a análise geomorfológica da área de estudos.

RESULTADOS

Resultam, dos objetivos almejados e da metodologia aplicada, análises morfogenéticas, o mapeamento geomorfológico e análises morfodinâmicas da área de estudos e entorno.

Análise morfogenética da área de estudo e seu entorno: do ponto de vista fisico, como já abordado na introdução, a Vila Augusta esta inserida na bacia hidrográfica do arroio Feijó. Na geomorfologia da bacia hidrográfica do arroio Feijó se evidenciam de relevos planos de acumulação a formas dissecadas e íngremes. Nielsen (1994) mapeou, conforme METROPLAN (2001), na área correspondente à bacia hidrográfica do arroio Feijó e a Vila Augusta, 02 unidades geomorfológicas distintas: Depressão do Rio Jacuí e Planalto Rebaixado Marginal, caracterizadas a partir de seus modelados e processos evolutivos.

Essas unidades geomorfológicas sustentam relevos de dissecamento e acumulação representados, na área de estudos, por colinas rebaixadas e planícies de aluviões decorrentes de alternâncias climáticas pretéritas.

As colinas são formadas por rochas graníticas geradas durante estágios de evolução do cinturão orogênico Dom Feliciano, que reflete a atividade do Ciclo Brasiliano no sul do Brasil (FRAGOSO-CESAR, WERNICK e SOLIANI Jr., 1982). O Granodiorito Lomba do Sabão e o

Granito Saint Hilaire são as unidades geológicas geradas durante a formação do cinturão que sustentam as formas de relevo da área de estudos (MENEGAT, 1998).

As condições texturais porfiríticas, assim como a presença de estruturas fortemente foliadas, zonas de cisalhamento dúcteis caracterizadas por faixas miloníticas, zonas de cisalhamento rúpteis e freqüentes enclaves nestes granitóides (OLIVEIRA, 2001), caracterizam-nos como rochas de grandes facilidades a percolação d'água e, considerando a mineralogia preponderantemente friável, susceptíveis a processos intempéricos e de entalhamento fluvial.

O entalhamento fluvial pode estar associado aos processos morfogenéticos que propiciaram a erosão, o transporte e a deposição cenozóica. As redes de drenagens, condicionadas às linhas de fraqueza das massas graníticas, entalharam o relevo e formando vales fluviais deixaram remanescentes de uma antiga superfície, representada por topos planos/convexos do relevo em forma de colinas.

No relevo de Colinas com topos plano/convexos, sustentado pelo Granito Saint Hilaire, verificam-se afloramentos rochosos e campos de matacões. Esta pode ser uma evidência de uma menor densidade de linhas de fraqueza ao ataque químico da água no Granito Saint Hilaire em relação ao Granodiorito Lomba do Sabão.

Conforme Ross (1998), citado em Fujimoto (2001), a variação na densidade de fraturas de um complexo rochoso, associada à ação d'água, define a concentração de matacões expostos na superfície. Pois os matacões, tratam-se de resíduos de atividades morfogenéticas de ambientes climáticos úmidos, onde prevalecem processos esculturais de natureza química promovidos pelas águas.

Esses mesmos processos esculturais químicos, associados ao intemperismo físico e ação erosiva e deposicional das águas sobre a superfície da área de estudos dão suporte ao entalhamento fluvial e gênese ao padrão de relevo em formas de planícies. Esse padrão de relevo estende-se ao longo dos arroios Dorneles, Dornelinhos, Cecília, Seminário e Cantegril e forma uma extensa área plana. Nesses canais fluviais uma série de intervenções antrópicas vem sendo implementadas, como: retificação, uso de muro gabião parcial e dragagens periódicas.

A carga sedimentar nestes canais fluvias é predominantemente de granulação fina (silte e argila) estando intercalada por depósitos mais grosseiros, típicos de eventos pluviométricos mais intensos.

As intervenções antrópicas, a partir do aumento da ocupação urbana nas décadas de 1970/80 na bacia hidrográfica do arroio Feijó, proporcionaram uma transformação nos processos de erosão e deposição, cuja intensidade é significativamente superior a dos processos naturais.

A erosão e conseqüente deposição acelerada promovem um intenso processo de assoreamento no leito dos canais fluviais de depósitos tipicamente tecnogênicos, sendo constituído de um material terroso juntamente com detritos urbanos.

Mapeamento geomorfológico da área de estudo e seu entorno: nas Unidades Geomorfológicas Depressão do Rio Jacuí e Planalto Rebaixado Marginal, na área de estudos e entorno, foram identificados e mapeados Padrões de Formas Semelhantes em Colinas de Topos Planos/Convexos e em Formas de Planícies Fluviais, assim como, analisadas as Formas de Processos Atuais. Subsidiaram na análise descritiva desses Padrões de Formas do relevo os mapas hipsométrico e clinográfico.

Padrão de Formas em Colinas de Topos Planos/Convexos: esse compartimento compreende um conjunto de elevações com altitudes entre 45 e 85m. Apresenta formas de relevo em colinas de topos planos/convexos.

Os topos das colinas, dispostos de forma alongada em variadas orientações geográficas, são representados por setores planos e convexos. Os setores planos possuem declividades médias inferiores a 02% e os setores convexos declividades médias entre 05 e 10%.

As unidades de vertentes, inseridas no padrão de formas em colinas de topos planos/convexos, apresentam variedade de altitudes, declividades e formas geométricas: retilíneas, côncavas e convexas.

Os segmentos retilíneos são pouco representativos na área de estudos, porém onde ocorrem, representam feições que se estendem da alta à baixa vertente. As declividades médias estão na classe de 10-20%, mas declividades superiores a 40% são verificadas em alguns setores de baixa e média vertente.

As vertentes com elementos côncavos também apresentam declividades predominantes na classe de 10-20%, podendo existir trechos com declividades superiores a 40%. Na área de estudos representam, em geral, as cabeceiras de drenagem, configurando-se como nascentes em forma de anfiteatros. Nas colinas representam feições que se estendem da alta a baixa vertente e também, de forma signIficativa nas baixas vertentes, sucedendo feições convexas.

As vertentes com elementos convexos apresentam declividades predominantes na classe de 10-20% e também localmente trechos de declividades superiores a 40%, sobretudo nas baixas e médias vertentes. Os elementos convexos, onde representam feições que se estendem da alta a baixa vertente, apresentam amplitudes atlimétricas médias de 30 metros.

As vertentes com elementos convexos apresentam-se com um manto de alteração espesso. Na base dessas vertentes são observados depósitos coluvionares.

A classe de solos predominantes no padrão de formas em colinas de topos planos/convexos, conforme mapeamento (JUNGBLUT,1994), é o Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico Tb ou, conforme nova nomenclatura do sistema brasileiro de classificação dos solos (EMBRAPA, 1999), o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico Tb**,** o qual, apresenta textura média/argilosa a cascalhenta, desenvolvendo-se a partir de substrato granítico e relevo suave ondulado a ondulado.

Em geral, os perfis de solos são medianamente profundos a profundos (espessura >150cm) e bem drenados. Suas colorações variam de bruno a bruno escura no horizonte A a vermelho-amerelada no horizonte B.

A textura no horizonte A é franco a franco arenosa e no horizonte B varia de franco-argilosa a argilo arenosa. A estrutura no horizonte A é fracamente desenvolvida em blocos subgranulares ou mesmo granular e no horizonte B é fraca a moderada, em blocos subangulares, com cerosidade forte e pouca. A transição entre os horizontes é clara e plana (JUNGBLUT,1994).

O gradiente textural, representado pela heterogeneidade de textura entre os horizontes A e B que compõem o perfil do solo, associada à declividade, caracterizam essa unidade de mapeamento com erodibilidade moderada a alta (TRAININI, 1994). O horizonte C é composto por rochas graníticas em diversos estágios de alteração (JUNGBLUT,1994).

Ainda, ocorrem inclusões de Planossolos e Gleissolos nas zonas mal drenadas e de Neossolos em setores de maior altitude e declividade, estes últimos, sobretudo em colinas sustentadas pelo Granito Saint Hilaire.

Padrão em Formas de Planícies: estende-se ao longo do arroio Dorneles e afluentes com altitudes inferiores a 45m e caracteriza-se por áreas planas, vales abertos no interior das colinas, de declividades médias inferiores a 02% e sujeitas a inundações ao longo dos referidos arroios.

As classes de solos predominantes no padrão em formas de planícies, conforme mapeamento (JUNGBLUT,1994), são os: Planossolo eutrófico Ta de texturas arenosa/média e média/argilosa e Gleissolos Pouco Húmico Ta de texturas média e argilosa, desenvolvendo-se sobre relevo plano de depósitos flúvio-lagunares.

Estes solos estão relacionados às zonas que apresentam má drenagem (permeabilidade), favorecendo os processos de hidromorfismo. Apresentam, predominantemente, cores cinzentas, típicas dos processos de redução do ferro (JUNGBLUT,1994).

Os Planossolos**,** que apresentam seqüências de horizontes A, Bt e C, possuem muitas vezes um horizonte E, de máxima iluviação de argila para os horizontes inferiores. No horizonte A, as texturas predominantes são franco a franco argilo arenosas. A estrutura, neste horizonte, é fracamente desenvolvida em blocos subgranulares ou granular. A transição para o horizonte B é abrupta e plana (JUNGBLUT,1994).

O horizonte B, de coloração bruno acizentada, possui comumente mosqueados avermelhados e amarelados. A textura é franco argilo-arenosa à argilosa. A estrutura é prismática e fortemente desenvolvida e com cerosidade forte e abundante. A transição para o horizonte C é clara e plana. O horizonte C possui cores cinzentas e textura silto arenosa, sendo comum os mosqueados em tons escuros (JUNGBLUT,1994).

Os solos Gleissolos Pouco Húmico estão relacionados às zonas de pior drenagem que os Planossolos, encontram-se mais próximos das drenagens, em geral, não possuem gradiente textural bem marcado. Diferenciam-se dos Planossolos pelo maior teor de carbono orgânico nos horizontes superficiais (JUNGBLUT,1994).

O horizonte A, dos Gleissolos Pouco Húmico, possui coloração bruno acizentada escura e textura franca. Sua estrutura varia de granular fraca a maciça, com certa tendência a ser prismática. São plásticos e pegajosos. A transição para o horizonte B é clara e plana. O horizonte B possui colorações pretas e cinzentas escuras, textura franco a franco argilosa e estrutura prismática. O horizonte Cg, de cores cinzentas, possui textura siltosa e apresenta mosqueados abundantes (JUNGBLUT,1994).

Formas de Processos Atuais: na área de estudos observaram-se diferentes intervenções antrópicas, diretas e indiretas, sobre as formas de relevo. Estas intervenções alteram a morfologia e geram novas morfodinâmicas.

De forma direta, o primeiro estágio de significativa intervenção está na esfera da cobertura vegetal e uso da terra, com os processos de loteamentos, retirada da cobertura vegetal e exposição dos solos aos condicionantes climáticos.

Como um processo sucessor, vinculado ao desenvolvimento urbano, a criação de novas morfologias pode ser descrita como um segundo estágio de significativas intervenções, através de cortes e aterros sobre os terrenos para a instalação do sistema viário e das construções. Os materiais superficiais, durante as instalações estruturais-urbanas, acabam modificados através de uma nova distribuição e estruturação de depósitos, que resultam em uma modificação na resistência de seus agregados.

De forma indireta, a alteração natural dos cursos fluvias da área de estudos, através de retificação, uso de muro gabião localizado e dragagens, promove alterações nas dinâmicas fluviais e de vertentes, intensificando-se processos.

Reforçando essas observações Peloggia (1999) afirma que a ação humana sobre a natureza tem conseqüências na modificação do relevo, na alteração da dinâmica geomorfológica e, acrescenta, na criação de depósitos correlativos comparáveis aos quaternários, os depósitos tecnogênicos.

Esses depósitos correlativos, para Bigarella & Mousinho (1965) citados em Peloggia (1998, p.41), “(...) são sequências sedimentares resultantes dos processos de agradação

ocorrendo simultaneamente com fenômenos de degradação na área fonte". Para Ab'Saber (1990), citado em Peloggia (1998, p.41), "(...) representam um ciclo de erosividades sobre massa erodível, e cujos sedimentos são depositados representando as condições hidrológicas do transporte e da área fonte".

Os depósitos tecnogênicos são correlativos aos processos relacionados às formas humanas de apropriação do relevo (FUJIMOTO, 2001), e sua época de existência caracteriza um tempo geológico denominado Quinário ou Tecnógeno. O Quinário ou Tecnógeno é o período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da Biosfera, desencadeando processos cujas intensidades superam em muito os processos naturais (OLIVEIRA, 1990*),* citado em Peloggia (1998).

Isso se verifica na área de estudos a partir da década de 1970**,** de intenso aumento populacional resultante de processo migratório na Região Metropolitana de Porto Alegre, com a ocupação urbana desordenada que rompe a dinâmica geomorfológica natural e intensifica processos erosivos e deposicionais.

Para Fujimoto (2001) os processos criados ou induzidos pela atividade humana correspondem essencialmente ao sexto taxon, conforme classificação proposta por Ross (1992). Esse taxon engloba formas menores produzidas por processos morfogenéticos recentes e, quase sempre, induzidos pela ação humana, identificados na área de estudos como sulcos erosivos, cones de dejeção tecnogênicos, cicatrizes de solapamento, assoreamentos e formas antrópicas como: cortes e aterros.

Análise da morfodinâmica na área de estudos e entorno: a partir do mapeamento geomorfológico, verificações e observações a campo, na Vila Augusta e entorno, foi possível a identificação de processos geomorfológicos, quer sejam de abrasão (denudação) ou acumulação.

Padrão de Formas em Colinas de Topos Planos/Convexos: no padrão de formas em colinas sobressaem-se os processos de denudação, resultantes da interação entre os condicionantes climáticos, as feições geomorfológicas (comprimentos de rampa, altitues, declividades, geometrias) e o uso urbano do solo.

Os topos das colinas sustentam os divisores d'água e suas orientações geográficas acompanham a distribuição dos principais canais fluviais da área de estudos. A orientação geográfica dos topos das colinas permite a identificação de uma barreira natural, representada pelas colinas dispostas de W-E e E-W, em relação à rede de drenagem. Essa barreira natural condiciona as confluências entre os Arroios Cecília, Dornelinhos e Seminário, principais confluências hídricas da área de estudos e, segundo moradores, representam as áreas de maior risco às inundações.

Os segmentos de vertentes que apresentam morfologia côncava também funcionam como concentradores dos fluxos hídricos, nestes casos em direção ao fundo dos vales, em função de suas tendências ao escoamento superficial concentrado. Assim sendo, os processos morfogenéticos atuam com predominância através dos fluxos hídricos contínuos.

Nas vertentes côncavas, em geral, os solos são bem desenvolvidos. Nas altas e médias vertentes, em setores de maiores declividades do terreno, os solos apresentam menores espessuras do que em relação às baixas vertentes. Os processos de escoamento superficial difuso e concentrado superam a infiltração e o escoamento subsuperficial em função de sua morfologia.

Ao contrário das vertentes côncavas, as vertentes com elementos retilíneos e convexos apresentam-se como áreas dispersoras dos fluxos das águas de chuvas. Os processos de escoamento superficial difuso passando a concentrado na base são os predominantes, devido às próprias características morfológicas das vertentes. Essas vertentes apresentam-se, em geral, com um manto de alteração espesso. Na base de algumas vertentes convexas são observados depósitos coluvionares.

As modificações do relevo a partir das intervenções antrópicas, as quais encontram-se na área de estudos em estágios significativamente adiantados, promovem a criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento nos processos geomorfológicos. De acordo com a tipologia e o estágio de alteração podem-se descrever atividades antrópicas que geram novos padrões de comportamento morfodinâmicos.

A eliminação da cobertura vegetal e o revolvimento do solo durante o processo de loteamento reduzem a estabilidade dos agregados do solo expondo-o a ação direta dos agentes climáticos. Sucedem-se, sobre o mesmo, processos mais intensos de salpicamento, selamento e escoamento superficial.

Um estudo sobre salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul, realizado por Reichert & Cabeda (1992), evidenciou que os solos podzólicos vermelho-amarelo distróficos ou argisolos, solos franco-arenosos predominantes no padrão de formas em colinas, apresentaram, quando expostos e submetidos a chuvas simuladas de alta intensidade (84 a 88mm/h), significativas taxas de salpico e um rápido selamento superficial.

Com o selamento superficial dos solos há uma redução significativa dos processos de infiltração d'água, aumentando, conseqüentemente, o escoamento superficial. Conforme Guerra (1994) isso muda o sistema erosivo de elevada remoção/baixo transporte, durante o processo de salpicamento, para baixa remoção/ elevado transporte, durante a fase de escoamento superficial.

O escoamento superficial também é intensificado com a impermeabilização da superfície a partir do uso urbano do solo, quer pelo asfaltamento das vias de transporte públicas ou pela forma de uso dos lotes particulares.

A Vila Augusta esta intensamente parcelada em pequenos lotes e em significativo número destes não se observam áreas verdes ou pátios. Nestes casos, os espaços intra-lote, além da residência, quando existem estão concretados e impermeabilizados - esta característica se destaca no loteamento Augusta Meneguini.

A impermeabilização modifica o fluxo da água tanto em superfície como em subsuperficie, pois não permite a infiltração e circulação d'água e do ar no solo. As canalizações de águas pluviais existentes nas moradias também alteram a direção do fluxo natural das águas das chuvas e das águas servidas.

Os arruamentos, mesmo respeitando a topografia, redirecionam fluxos hídricos e geram padrões de drenagem não existentes. As ruas transformam-se em leitos pluviais durante eventos chuvosos, canalizando e direcionando fluxos hídricos para setores que anteriormente possuíam um sistema de drenagem diferente. Em geral, quando os arruamentos acompanham os declives das vertentes se observa à instalação de sulcos erosivos.

Considerando-se ainda os arruamentos, há os exemplos na Vila Augusta das parciais pavimentações das vias de transporte públicas que intensificam processos denudacionais e agradacionais. Durante os eventos chuvosos a água encontra uma superfície impermeabilizada nos setores de alta vertente, a impermeabilização resulta em um imediato escoamento superficial concentrado, tornando a via de transporte um leito pluvial. Porém, no contato com as seções não pavimentadas, a partir da descontinuidade estrutural ao longo da via, uma significativa velocidade de escoamento d'água forma incisões na superfície ou ravinamentos, potencialmente erosivos.

Em praticamente todo o padrão de formas em colinas encontram-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana através das moradias e do sistema viário. A maioria dessas superfícies planas pressupõe a retirada da vegetação original e o recobrimento dos materiais de cobertura superficial de formação natural, criando-se áreas de descontinuidades estruturais e texturais, além de superficies altimetricamente modificadas.

As superfícies planas são limitadas, em muitos casos, por degraus de cortes, rupturas de declive e rampas de aterros.

Nas Colinas de topos planos os degraus de corte, as rupturas de declive e as rampas de aterros possuem dimensões pequenas quando comparadas as de topos convexos e demais unidades de vertentes. Numa lógica geométrica, conforme Fujimoto (2001, p. 94):

"(...) as formas de relevo em topos planos favorecem a criação das superfícies planas para a instalação das moradias e do arruamento. No entanto, a geometria de um elemento convexo requer uma retirada maior de material para a construção de uma superfície plana".

Assim sendo, em vertentes com elementos convexos encontram-se, em geral, degraus de corte e rupturas de declive com dimensões maiores que as encontradas nas outras unidades de vertentes.

As mudanças promovidas pelas atividades antrópicas sobre a geometria do padrão de relevo em forma de colinas alteram sua morfodinâmica natural, sobretudo com relação ao padrão hídrico de escoamento.

Em suma, conforme Fujimoto (2001), cortes, aterros e canalizações de águas, junto a moradias e ao sistema viário em ambientes urbanos, criam novos padrões de drenagens, os quais, resultam da diminuição, de um lado, do escoamento superficial difuso, do escoamento subsuperficial e da infiltração e, por outro, da intensificação do escoamento superficial.

Formas em Planície Fluvial: a planície fluvial, constituída essencialmente de sedimentos provenientes das vertentes colinosas, resulta do entalhamento fluvial sobre os granitóides da área de estudos.

A ocupação da área, sobretudo o aumento populacional nas décadas de 1970 e 1980, e as diversas modalidades de intervenção na bacia hidrográfica do arroio Feijó, proporcionaram uma transformação nas suas características originais. Esta intervenção teve como conseqüências a diminuição da qualidade do meio natural, a modificação do relevo, o surgimento de novos processos morfodinâmicos e a criação de depósitos tecnogênicos.

Assim como sobre o padrão de formas em colinas, no padrão de formas em planícies fluviais a eliminação da cobertura vegetal e o revolvimento do solo durante o processo de loteamento reduziram a estabilidade dos agregados do solo, expondo-o a ação direta dos agentes climáticos.

Sucederam-se, sobre o solo, processos mais intensos de salpicamento, selamento e escoamento superficial durante eventos chuvosos.

O escoamento superficial também é intensificado com a impermeabilização da superfície, a partir do uso urbano do solo, quer pelo asfaltamento das vias de transporte públicas ou pela forma de uso dos lotes particulares. Significativas parcelas dos loteamentos Augusta Meneguini e Marina estão inseridas nesta compartimentação geomorfológica.

Nesses loteamentos, resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e infiltrações da superfície, ocorrem áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos.

Visando amenizar os problemas dos alagamentos, observa-se sobre toda planície fluvial uma série de iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na disposição da rede de drenagem nos loteamentos.

Os aterros alteram declividades e o nível topográfico da superfície, em geral, elevando-o acima do nível natural das inundações e modificando fluxos hídricos através da construção de valas para drenagem de águas acumuladas.

A mudança da disposição da rede de drenagem ocorre mediante retificação, uso de muro gabião parcial e dragagens periódicas sobre cursos fluviais perenes. As intervenções infra-estruturais, sobre os canais fluviais da área de estudos, resultam de um convênio firmado entre os municípios de Porto Alegre, Alvorada, Viamão e a Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN.

Mediante a ocorrência de sucessivas inundações, atingindo expressivo contingente populacional na área de estudos e grande área em entorno, a METROPLAN contratou a empresa Azambuja Engenharia e Geotécnica para que efetivasse o projeto de mudança na rede de drenagem.

As dragagens e o aprofundamento dos leitos fluviais, as retificações e a eliminação de meandros, o uso de muro gabião parcial e a introdução de matacões nas margens dos cursos fluviais, objetivando-se conter solapamentos, promovem um aumento da velocidade d'água e amenizam momentaneamente os problemas relativos às inundações, ainda que localmente, porém intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais.

Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas torrenciais, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, muitas das quais, intensamente ocupadas por domicílios em situação irregular.

Conforme o Código Florestal Brasileiro, Lei 4771, em seu Artigo 2°, consideram-se áreas de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, áreas situadas ao longo de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal (IBD, 2005). A distância mínima a ser preservada, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, o caso do arroio Dorneles e tributários, deveria ser de 30 metros a partir de cada margem.

Com a redução da pluviometria ocorre de forma imediata, em função da importância do escoamento superficial para este curso fluvial, uma significativa redução da vazão e velocidade da corrente d'água.

A redução da vazão e velocidade da corrente d'água enseja uma redução na capacidade e competência do canal fluvial no transporte de material sedimentar, este, logo, deposita-se

ao longo dos cursos d'água formando depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de intervenções estruturais hidráulicas.

Os materiais que estruturam os depósitos fluviais compreendem, além de sedimentos finos, materiais grosseiros, associados aos processos fluviais de episódios chuvosos mais críticos com aporte de material das vertentes geralmente provenientes de atividades antrópicas, como cascalhos, pequenos seixos, tijolos, plásticos, papéis, vidros, etc. Esses depósitos fluviais são também reconhecidos como depósitos tecnogênicos.

Os depósitos tecnogênicos, encontrados nos leitos e margens fluviais dos arroios da área de estudos, são também observados recobrindo áreas da planície fluvial. Essas áreas correspondem a superfícies planas próximas as confluências dos arroios Cecília, Dornelinhos e Seminário e ao longo do arroio Dorneles, áreas comumente afetadas pelas inundações.

Essas áreas da planície fluvial, cobertas por sedimentos sílticos, argilosos e arenosos, a partir da deposição de material tecnogênico sofrem elevações em seus níveis topográficos. Dessa forma, a formação do relevo nesse compartimento ocorre nos períodos de inundação, quando são depositados novos materiais transportados das vertentes associados aos processos fluviais.

REFERÊNCIAS

CASSETI, W. Ambiente e Apropriação do Relevo. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília; Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FRAGOSO-CESAR, A.R.S; WERNICK, E. & SOLIANI Jr., E. Evolução Geotectônica do Cinturão Dom Feliciano – Uma Contribuição através da Aplicação do Modelo de Tectônica de Placas. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1982, Salvador. Anais... Salvador, 1982. p. 13-23.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Análise ambiental urbana na área metropolitana de Porto Alegre/RS: sub bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio. 2001. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. Gemorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994 p. 149-209.

INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD. Legislação: Código Florestal Brasileiro. LEI N° 4771. Disponível em: http://www.ibd.com.br/legislacao/codigoflorestal.htm Acesso em 15 abr. 2005.

JUNGBLUT, M. Pedologia da Bacia do Rio Gravataí – RS. CPRM/ METRPLAN: Porto Alegre, 1994. 29 p.

MENEGAT, R.; FERNANDES, L. A.D.; KOESTER, E. & SCHERER, C. M. S. Porto Alegre antes do homem: evolução geológica. In: Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. p. 11 – 14.

METROPLAN. Projeto: Programa Integrado da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Feijó - Caracterização da Sub-Bacia do Arroio Feijó. Porto Alegre, 2001.

NIELSEN, S. D. Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí – RS. CPRM/ METRPLAN: Porto Alegre, 1994. 24 p.

OLIVEIRA, L. D. Geologia, geoquímica e geocronologia dos granitóides pós-tectônicos à zona de cisalhamento transcorrente de Porto Alegre, extremo nordeste do escudo sul-riograndense. 2001. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências/UFRGS, Porto Alegre, 2001

PELOGGIA, A. U. G. Estudos de geotécnica e geologia urbana (I). São Paulo: Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano, 1999. 58 p. (Manual técnico 3)

PELOGGIA, A. U. G. O Homem e o Ambiente Geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Editora Xamã, 1998. 271 p.

REICHERT, J. M. & CABEDA, M. S. V. Salpico de Partículas e Selamento Superficial em Solos do Rio Grande do Sul. In: Revista Brasileira de Solos. Campinas, 1992. p. 389-396.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. In: Revista do epartamento de Geografia 6, FFLCH/USP, São Paulo, 1992. p.17-29.

TRAININI, D.R., KREBS, A. S. J. & ORLANDI, V. Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí – RS. CPRM/ METROPLAN: Porto Alegre, 1994. 24 p.